

English-language abstract of Published Unexamined Japanese Patent
Application (KOKAI) Hei 10-302293

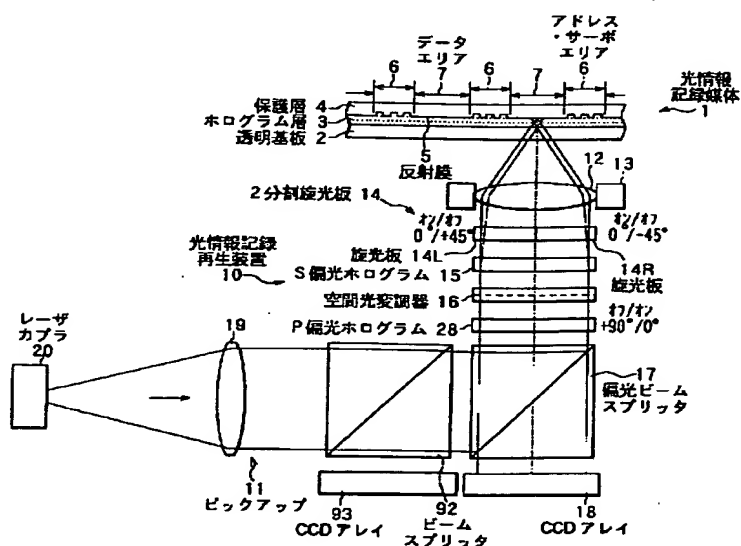
[ABSTRACT]

[PROBLEM TO BE SOLVED]

To enhance accuracy of reproduction of information utilizing holography.

[MEANS FOR SOLVING THE PROBLEM]

At the time of recording, laser light is modulated through a spatial light modulator 16 according to the difference in polarizing direction to generate two beams of light having patterns complementary to each other. The two beams are projected on a hologram layer 3 while making the converging positions different from each other to record the interference pattern. At the time of reproduction, the hologram layer 3 is irradiated with reference light to generate primary reproduction light that is generated by the reference light and secondary reproduction light that is generated by the primary reproduction light having reflected from a reflective film 5. The pattern of each reproduction light is detected by CCD arrays 93 and 18, and the information is reproduced through differential detection using the output signals from the CCD arrays 93 and 18.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-302293

(43)公開日 平成10年(1998)11月13日

(51)Int.Cl.⁴

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

A

G 0 3 H 1/02

G 0 3 H 1/02

1/04

1/04

1/12

1/12

1/22

1/22

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-104615

(22)出願日

平成9年(1997)4月22日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 堀米 秀嘉

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

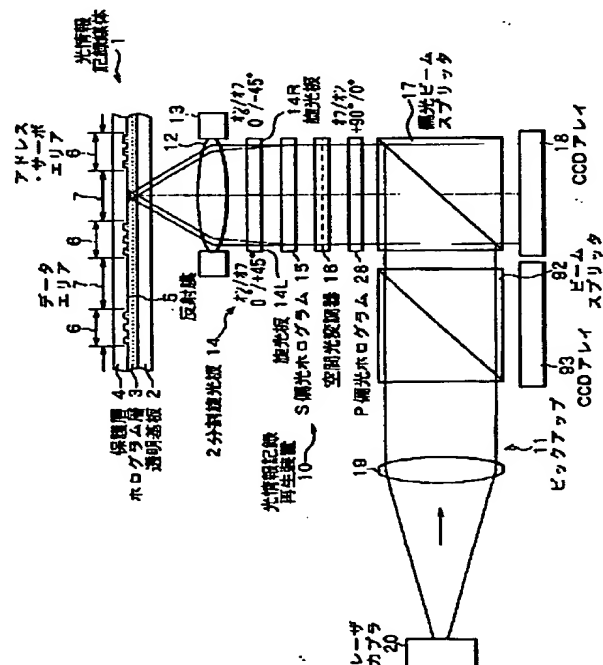
(74)代理人 弁理士 藤島 洋一郎

(54)【発明の名称】 光情報記録装置および方法、光情報再生装置および方法ならびに光情報記録媒体

(57)【要約】

【課題】 ホログラフィを利用しながら、情報再生の精度を向上させることができるようにする。

【解決手段】 記録時は、レーザ光を、空間光変調器16によって偏光方向の違いによって変調して互いに相補的なパターンを有する2つの光束を生成し、この2つの光束を、収束位置を異ならせてホログラム層3に照射して干渉パターンを記録する。再生時は、ホログラム層3に参照光を照射し、この参照光によって発生する1次的な再生光と、この1次的な再生光が反射膜5で反射した光を2次的な参照光として発生する2次的な再生光とを発生させ、各再生光のパターンをCCDアレイ93、18によって検出し、両CCDアレイ18、93の出力信号を用いた差動検出によって情報を再生する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録するための光情報記録装置であって、

前記光情報記録媒体に照射される光束を出射する光源と、

この光源から出射された光束の少なくとも一部を空間的に変調して、互いに相補的なパターンを有する2つの光束を生成する空間変調手段と、

前記情報記録層に、前記空間変調手段によって生成された2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、前記空間変調手段によって生成された2つの光束を前記情報記録層に対して照射する記録光学系とを備えたことを特徴とする光情報記録装置。

【請求項2】 前記記録光学系は、前記2つの光束が情報記録層の厚み方向について互いに異なる位置で収束するように、前記2つの光束を前記情報記録層に対して同一面側より照射することを特徴とする請求項1記載の光情報記録装置。

【請求項3】 前記空間変調手段は、記録する情報によって偏光方向の違いによって空間的に変調された光を発生することによって、互いに偏光方向の異なる2つの光束を生成し、

前記記録光学系は、偏光方向によって収束位置を異ならせることによって、前記2つの光束を分離する分離手段と、この分離手段によって分離された2つの光束のうち一方が収束しながら前記情報記録層を通過し、他方が一旦収束した後発散しながら前記情報記録層を通過するように、前記2つの光束を集光して前記情報記録層に照射する集光手段と、この集光手段によって照射される前記2つの光束が前記情報記録層において重なり合う領域において前記2つの光束の偏光方向が一致するように、光束の断面を2分割した各部分毎に、互いに異なる方向に前記2つの光束の偏光方向を変える旋光手段とを有することを特徴とする請求項2記載の光情報記録装置。

【請求項4】 ホログラフィを利用して、互いに相補的なパターンを有する2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報が記録された情報記録層を備えた光情報記録媒体より情報を再生するための光情報再生装置であって、

前記情報記録層より記録時における2つの光束に対応する2つの再生光が発生するように、前記情報記録層に再生用照射光を照射する照射手段と、

この照射手段によって再生用照射光が照射されることによって前記情報記録層より発生される2つの再生光のパターンに対応する各信号を検出する検出手段と、

この検出手段によって検出される各信号の差に基づいて、前記情報記録層に記録された情報を再生する情報再生手段とを備えたことを特徴とする光情報再生装置。

【請求項5】 前記光情報記録媒体として、前記情報記

録層の一方の面側に反射面が設けられていると共に、前記情報記録層に対して他方の面側より情報記録層の厚み方向について互いに異なる位置で収束するように照射された前記2つの光束の干渉による干渉パターンによって前記情報記録層に情報が記録されたものを用い、前記照射手段は、記録時における2つの光束のうち一方の光束と同じ位置で収束する再生用照射光を前記情報記録層に対して照射し、

前記検出手段は、前記照射手段によって再生用照射光が照射されることによって前記情報記録層より発生される第1の再生光のパターンに対応する信号と、前記第1の再生光が前記反射面で反射して前記情報記録層に対して照射されることによって前記情報記録層より発生される第2の再生光のパターンに対応する信号とを検出することを特徴とする請求項4記載の光情報再生装置。

【請求項6】 前記照射手段は、光束の断面を2分割した各部分毎に、互いに異なる方向に、所定の偏光方向の光における偏光方向を変えることによって、各部分によって偏光方向が異なる再生用照射光を生成して前記情報記録層に対して照射し、

前記検出手段は、光束の断面を2分割した各部分毎に、互いに異なる方向に前記第1の再生光および第2の再生光の偏光方向を変えて、第1の再生光および第2の再生光の偏光方向を互いに異なる方向とする旋光手段と、この旋光手段通過後の第1の再生光および第2の再生光を、偏光方向の違いによって分離する分離手段とを有することを特徴とする請求項5記載の光情報再生装置。

【請求項7】 前記第1の再生光および第2の再生光は、それぞれのパターンにおける基準位置を示す基準位置情報を含み、

前記情報再生手段は、前記検出手段によって検出される基準位置情報に基づいて第1の再生光および第2の再生光の各パターンにおける基準位置を判別する基準位置判別手段を有することを特徴とする請求項4記載の光情報再生装置。

【請求項8】 ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録するための光情報記録方法であって、

光源から出射された光束の少なくとも一部を空間的に変調して、互いに相補的なパターンを有する2つの光束を生成し、

生成された2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、2つの光束を前記情報記録層に対して照射することを特徴とする光情報記録方法。

【請求項9】 ホログラフィを利用して、互いに相補的なパターンを有する2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報が記録された情報記録層を備えた光情報記録媒体より情報を再生するための光情報再生方法であって、

前記情報記録層より記録時における2つの光束に対応す

る2つの再生光が発生されるように、前記情報記録層に再生用照射光を照射し、

再生用照射光が照射されることによって前記情報記録層より発生される2つの再生光のパターンに対応する各信号を検出し、

検出される各信号の差に基づいて、前記情報記録層に記録された情報を再生することを特徴とする光情報再生方法。

【請求項10】 ホログラフィを利用して、互いに相補的なパターンを有する2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報が記録された情報記録層を備えたことを特徴とする光情報記録媒体。

【請求項11】 前記情報記録層には、同じ面側より入射する前記2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報が記録されていることを特徴とする請求項10記載の光情報記録媒体。

【請求項12】 前記情報記録層の一方の面側に反射面が設けられていると共に、前記情報記録層は、前記情報記録層に対して他方の面側より情報記録層の厚み方向について互いに異なる位置で収束するように照射された前記2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報が記録されていることを特徴とする請求項11記載の光情報記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ホログラフィを利用して光情報記録媒体に情報を記録する光情報記録装置および方法、ホログラフィを利用して光情報記録媒体から情報を再生する光情報再生装置および方法、ならびにこれら光情報記録装置および方法または光情報再生装置および方法で利用される光情報記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 ホログラフィを利用して記録媒体に情報を記録するホログラフィック記録は、一般的に、イメージ情報を持った光と参照光とを記録媒体の内部で重ね合わせ、そのときにできる干渉縞を記録媒体に書き込むことによって行われる。記録された情報の再生時には、その記録媒体に参照光を照射することにより、干渉縞による回折によりイメージ情報が再生される。

【0003】 近年では、超高密度光記録のために、ポリウムホログラフィ、特にデジタルポリウムホログラフィが実用域で開発され注目を集めている。ポリウムホログラフィとは、記録媒体の厚み方向も積極的に活用して、3次元的に干渉縞を書き込む方式であり、厚みを増すことで回折効率を高め、多重記録を用いて記憶容量の増大を図ることができるという特徴がある。そして、デジタルポリウムホログラフィとは、ポリウムホログラフィと同様の記録媒体と記録方式を用いつつも、記録するイメージ情報は2値化したデジタルパターンに限定した、コンピュータ指向のホログラフィック記録方式

である。このデジタルポリウムホログラフィでは、例えばアナログ的な絵のような画像情報も、一旦デジタル化して、2次元デジタルパターン情報に展開し、これをイメージ情報として記録する。再生時は、このデジタルパターン情報を読み出してデコードすることで、元の画像情報に戻して表示する。これにより、再生時にSN比（信号対雑音比）が多少悪くても、微分検出を行ったり、2値化データをコード化しエラー訂正を行ったりすることで、極めて忠実に元の情報を再現することが可能になる。

【0004】 図23は、従来のデジタルポリウムホログラフィにおける記録再生系の概略の構成を示す斜視図である。この記録再生系は、2次元デジタルパターン情報に基づく情報光102を発生させる空間光変調器101と、この空間光変調器101からの情報光102を集光して、ホログラム記録媒体100に対して照射するレンズ103と、ホログラム記録媒体100に対して情報光102と略直交する方向から参照光104を照射する参照光照射手段（図示せず）と、再生された2次元デジタルパターン情報を検出するためのCCD（電荷結合素子）アレイ107と、ホログラム記録媒体100から出射される再生光105を集光してCCDアレイ107上に照射するレンズ106とを備えている。ホログラム記録媒体100には、 LiNbO_3 等の結晶が用いられる。

【0005】 図23に示した記録再生系では、記録時には、記録する原画像等の情報をデジタル化し、その0か1かの信号を更に2次元に配置して2次元デジタルパターン情報を生成する。一つの2次元デジタルパターン情報をページデータと言う。ここでは、 $\#1 \sim \#n$ のページデータを、同じホログラム記録媒体100に多重記録するものとする。この場合、まず、ページデータ $\#1$ に基づいて、空間光変調器101によって画素毎に透過か遮光かを選択することで、空間的に変調された情報光102を生成し、レンズ103を介してホログラム記録媒体100に照射する。同時に、ホログラム記録媒体100に、情報光102と略直交する方向 θ_1 から参照光104を照射して、ホログラム記録媒体100の内部で、情報光102と参照光104との重ね合わせによってできる干渉縞を記録する。なお、回折効率を高めるために、参照光104は、シリンドリカルレンズ等により偏平ビームに変形し、干渉縞がホログラム記録媒体100の厚み方向にまで渡って記録されるようにする。次のページデータ $\#2$ の記録時には、 θ_1 と異なる角度 θ_2 から参照光104を照射し、この参照光104と情報光102とを重ね合わせることで、同じホログラム記録媒体100に対して情報を多重記録することができる。同様に、他のページデータ $\#3 \sim \#n$ の記録時には、それぞれ異なる角度 $\theta_3 \sim \theta_n$ から参照光104を照射して、情報を多重記録する。このように情報が多重

記録されたホログラムをスタックと呼ぶ。図23に示した例では、ホログラム記録媒体100は複数のスタック（スタック1、スタック2、…、スタックm、…）を有している。

【0006】スタックから任意のページデータを再生するには、そのページデータを記録した際と同じ入射角度の参照光104を、そのスタックに照射してやれば良い。そうすると、その参照光104は、そのページデータに対応した干渉縞によって選択的に回折され、再生光105が発生する。この再生光105は、レンズ106を介してCCDアレイ107に入射し、再生光の2次元パターンがCCDアレイ107によって検出される。そして、検出した再生光の2次元パターンを、記録時とは逆にデコードすることで原画像等の情報が再生される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】図23に示したような従来のデジタルボリュームホログラフィの記録再生方法では、記録時における情報光の2次元パターンのコントラストに比べて再生光の2次元パターンのコントラストが低下すると共に、再生光にはノイズ、特に直流ノイズが重畳するため、S/N比が低下し、情報再生の精度が低くなるという問題点があった。

【0008】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、ホログラフィを利用しながら、情報再生の精度を向上させることを可能とした光情報記録装置および方法、光情報再生装置および方法、ならびに光情報記録媒体を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の光情報記録装置は、ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録するための光情報記録装置であって、光情報記録媒体に照射される光束を出射する光源と、この光源から出射された光束の少なくとも一部を空間的に変調して、互いに相補的なパターンを有する2つの光束を生成する空間変調手段と、情報記録層に、空間変調手段によって生成された2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、空間変調手段によって生成された2つの光束を情報記録層に対して照射する記録光学系とを備えたものである。

【0010】本発明の光情報再生装置は、ホログラフィを利用して、互いに相補的なパターンを有する2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報が記録された情報記録層を備えた光情報記録媒体より情報を再生するための光情報再生装置であって、情報記録層より記録時における2つの光束に対応する2つの再生光が発生するように、情報記録層に再生用照射光を照射する照射手段と、この照射手段によって再生用照射光が照射されることによって情報記録層より発生される2つの再生光のパターンに対応する各信号を検出する検出手段と、この

検出手段によって検出される各信号の差に基づいて、情報記録層に記録された情報を再生する情報再生手段とを備えたものである。

【0011】本発明の光情報記録方法は、ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録するための光情報記録方法であって、光源から出射された光束の少なくとも一部を空間的に変調して、互いに相補的なパターンを有する2つの光束を生成し、生成された2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、2つの光束を情報記録層に対して照射するものである。

【0012】本発明の光情報再生方法は、ホログラフィを利用して、互いに相補的なパターンを有する2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報が記録された情報記録層を備えた光情報記録媒体より情報を再生するための光情報再生方法であって、情報記録層より記録時における2つの光束に対応する2つの再生光が発生するように、情報記録層に再生用照射光を照射し、再生用照射光が照射されることによって情報記録層より発生される2つの再生光のパターンに対応する各信号を検出し、検出される各信号の差に基づいて、情報記録層に記録された情報を再生するものである。

【0013】本発明の光情報記録媒体は、ホログラフィを利用して、互いに相補的なパターンを有する2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報が記録された情報記録層を備えたものである。

【0014】本発明の光情報記録装置では、空間変調手段によって、光源から出射された光束の少なくとも一部が空間的に変調されて、互いに相補的なパターンを有する2つの光束が生成され、この2つの光束は、記録光学系によって情報記録層に対して照射され、2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報記録層に情報が記録される。

【0015】本発明の光情報再生装置では、照射手段によって、情報記録層より記録時における互いに相補的なパターンを有する2つの光束に対応する2つの再生光が発生するように、情報記録層に再生用照射光が照射され、この再生用照射光が照射されることによって情報記録層より発生される2つの再生光のパターンに対応する各信号が検出手段によって検出され、この検出される各信号の差に基づいて、情報再生手段によって、情報記録層に記録された情報が再生される。

【0016】本発明の光情報記録方法では、光源から出射された光束の少なくとも一部が空間的に変調されて、互いに相補的なパターンを有する2つの光束が生成され、この2つの光束が情報記録層に対して照射され、2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報記録層に情報が記録される。

【0017】本発明の光情報再生方法では、情報記録層より記録時における互いに相補的なパターンを有する2

つの光束に対応する2つの再生光が発生されるように、情報記録層に再生用照射光が照射され、この再生用照射光が照射されることによって情報記録層より発生される2つの再生光のパターンに対応する各信号が検出され、この検出される各信号の差に基づいて、情報記録層に記録された情報が再生される。

【0018】本発明の光情報記録媒体では、互いに相補的なパターンを有する2つの光束の干渉による干渉パターンによって、情報記録層に情報が記録される。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の一実施の形態に係る光情報記録装置および光情報再生装置としての光情報記録再生装置におけるピックアップと本発明の一実施の形態に係る光情報記録媒体の構成を示す説明図、図2は本実施の形態に係る光情報記録再生装置の全体構成を示すブロック図である。

【0020】始めに、図1を参照して、本実施の形態に係る光情報記録媒体の構成について説明する。この光情報記録媒体1は、ポリカーボネート等によって形成された円板状の透明基板2の一面に、ポリウムホログラムを用いて情報が記録される情報記録層としてのホログラム層3と、反射膜5と、保護層4とを、この順番で積層して構成されている。ホログラム層3と保護層4との境界面には、半径方向に線状に延びる複数の位置決め領域としてのアドレス・サーボエリア6が所定の角度間隔で設けられ、隣り合うアドレス・サーボエリア6間の扇形の区間がデータエリア7になっている。アドレス・サーボエリア6には、サンプリング方式によってフォーカスサーボおよびトラッキングサーボを行うための情報とアドレス情報とが、予めエンボスビット等によって記録されている。なお、フォーカスサーボは、反射膜5の反射面を用いて行うことができる。トラッキングサーボを行うための情報としては、例えばウォブルビットを用いることができる。透明基板2は例えば0.6mm以下の適宜の厚み、ホログラム層3は例えば10 μ m以上の適宜の厚みとする。ホログラム層3は、光が照射されたときに光の強度に応じて屈折率、誘電率、反射率等の光学的特性が変化するホログラム材料によって形成されている。ホログラム材料としては、例えば、デュポン(Dupont)社製フォトポリマ(photo polymers) HRF-600(製品名)等が使用される。反射膜5は、例えばアルミニウムによって形成されている。

【0021】次に、本実施の形態に係る光情報記録再生装置の構成について説明する。この光情報記録再生装置10は、図2に示したように、光情報記録媒体1が取り付けられるスピンドル81と、このスピンドル81を回転させるスピンドルモータ82と、光情報記録媒体1の回転数を所定の値に保つようにスピンドルモータ82を

制御するスピンドルサーボ回路83とを備えている。光情報記録再生装置10は、更に、光情報記録媒体1に対して情報光と記録用参照光とを照射して情報を記録すると共に、光情報記録媒体1に対して再生用参照光を照射し、再生光を検出して、光情報記録媒体1に記録されている情報を再生するためのピックアップ11と、このピックアップ11を光情報記録媒体1の半径方向に移動可能とする駆動装置84とを備えている。

【0022】光情報記録再生装置10は、更に、ピックアップ11の出力信号よりフォーカスエラー信号FE、トラッキングエラー信号TEおよび再生信号RFを検出するための検出回路85と、この検出回路85によって検出されるフォーカスエラー信号FEに基づいて、ピックアップ11内のアクチュエータを駆動して対物レンズを光情報記録媒体1の厚み方向に移動させてフォーカスサーボを行うフォーカスサーボ回路86と、検出回路85によって検出されるトラッキングエラー信号TEに基づいてピックアップ11内のアクチュエータを駆動して対物レンズを光情報記録媒体1の半径方向に移動させてトラッキングサーボを行うトラッキングサーボ回路87と、トラッキングエラー信号TEおよび後述するコントローラからの指令に基づいて駆動装置84を制御してピックアップ11を光情報記録媒体1の半径方向に移動させるスライドサーボを行うスライドサーボ回路88とを備えている。

【0023】光情報記録再生装置10は、更に、ピックアップ11内の後述する2つのCCDアレイの出力データをデコードして、光情報記録媒体1のデータエリア7に記録されたデータを再生したり、検出回路85からの再生信号RFより基本クロックを再生したりアドレスを判別したりする信号処理回路89と、光情報記録再生装置10の全体を制御するコントローラ90とを備えている。コントローラ90は、信号処理回路89より出力される基本クロックやアドレス情報を入力すると共に、ピックアップ11、スピンドルサーボ回路83およびスライドサーボ回路88等を制御するようになっている。スピンドルサーボ回路83は、信号処理回路89より出力される基本クロックを入力するようになっている。

【0024】図1に示したように、ピックアップ11は、スピンドル81に光情報記録媒体1が固定されたときに、光情報記録媒体1の透明基板2側に対向する対物レンズ12と、この対物レンズ12を光情報記録媒体1の厚み方向および半径方向に移動可能なアクチュエータ13と、対物レンズ12における光情報記録媒体1の反対側に、対物レンズ12側から順に配設された2分割旋光板14、S偏光ホログラム15、空間光変調器16、P偏光ホログラム28、偏光ビームスプリッタ17およびCCDアレイ18とを備えている。ピックアップ11は、更に、偏光ビームスプリッタ17の側方に配設されたレーザカブラ20と、このレーザカブラ20と偏光ビ

ームスプリッタ17との間に、レーザカブラ20側より順に配設されたコリメータレンズ19およびビームスプリッタ92と、ビームスプリッタ92の側方に配設されたCCDアレイ93とを備えている。S偏光ホログラム15は、本発明における分離手段に対応する。ビームスプリッタ92は、入射光の光量の半分を透過し半分を反射する光学素子である。CCDアレイ18、93の各出力信号は、図2における信号処理回路83に入力されるようになっている。

【0025】レーザカブラ20は、S偏光のレーザ光を出射し、このレーザ光は、コリメータレンズ19によって平行光束とされ、ビームスプリッタ92に入射し、その光量の半分がビームスプリッタ92を透過して、偏光ビームスプリッタ17に入射し、この偏光ビームスプリッタ17で反射されて、P偏光ホログラム28、空間光変調器16、S偏光ホログラム15および2分割旋光板14を順に通過した後、対物レンズ12によって集光されて、光情報記録媒体1に照射されるようになっている。また、光情報記録媒体1からの戻り光は、対物レンズ12、2分割旋光板14、S偏光ホログラム15、空間光変調器16およびP偏光ホログラム28を順に通過した後、偏光ビームスプリッタ17に入射し、そのうちのP偏光の光は偏光ビームスプリッタ17を透過してCCDアレイ18に入射し、S偏光の光は偏光ビームスプリッタ17で反射されてビームスプリッタ92に入射し、その光量の半分がビームスプリッタ92で反射されてCCDアレイ93に入射するようになっている。なお、S偏光とは偏光方向が入射面(図1の紙面)に垂直な直線偏光であり、P偏光とは偏光方向が入射面に平行な直線偏光である。

【0026】2分割旋光板14は、図1において光軸の左側部分に配置された旋光板14Lと、図1において光軸の右側部分に配置された旋光板14Rとを有している。旋光板14L、14Rは、それぞれ例えば2枚の透明電極基板間に液晶を封入して構成されている。旋光板14Lは、2枚の透明電極基板間に電圧を印加しない(以下、オフにするとする。)と偏光方向を $+45^\circ$ 回転させ、2枚の透明電極基板間に電圧を印加する(以下、オンにするとする。)と偏光方向を回転させないようになっている。一方、旋光板14Rは、オフにすると偏光方向を -45° 回転させ、オンにすると偏光方向を回転させないようになっている。

【0027】S偏光ホログラム15は、S偏光に対してのみ、光を収束させるレンズ機能を有している。そして、空間光変調器16側より平行光束のP偏光がS偏光ホログラム15に入射した場合には、このP偏光は平行光束のままS偏光ホログラム15を通過し、対物レンズ12によって集光されて光情報記録媒体1に照射され、収束しながらホログラム層3を通過してホログラム層3と保護層4との境界面上で最も小径となるように収束す

るようになっている。一方、空間光変調器16側より平行光束のS偏光がS偏光ホログラム15に入射した場合には、このS偏光はS偏光ホログラム15によって若干収束された後、対物レンズ12によって集光されて光情報記録媒体1に照射され、ホログラム層3と保護層4との境界面よりも手前側で一旦最も小径となるように収束した後、発散しながらホログラム層3を通過するようになっている。一方、P偏光ホログラム28は、P偏光に対してのみ、光を収束させるレンズ機能を有している。

【0028】空間光変調器16は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に出射光の偏光方向を選択することによって、偏光方向の違いによって光を空間的に変調することができるようになっている。空間光変調器16は、具体的には、例えば、液晶の旋光性を利用した液晶表示素子において偏光板を除いたものと同等の構成である。ここでは、空間光変調器16は、各画素毎に、オフにすると偏光方向を $+90^\circ$ 回転させ、オンにすると偏光方向を回転させないようになっている。空間光変調器16における液晶としては、例えば、応答速度の速い(μ 秒のオーダー)強誘電液晶を用いることができる。これにより、高速な記録が可能となり、例えば、1ページ分の情報を数 μ 以下で記録することが可能となる。

【0029】図3は図1におけるレーザカブラ20の構成を示す斜視図、図4はレーザカブラ20の側面図である。これらの図に示したように、レーザカブラ20は、フォトディテクタ25、26が形成された半導体基板21と、この半導体基板21上においてフォトディテクタ25、26を覆うように配置され、半導体基板21上に接合されたプリズム22と、半導体基板21上においてフォトディテクタ25、26が形成された位置と異なる位置に配置され、半導体基板21上に接合された半導体素子23と、この半導体素子23上に接合された半導体レーザ24とを備えている。半導体レーザ24は、プリズム22側に向けて水平方向に前方レーザ光を出射すると共に、前方レーザ光と反対方向に後方レーザ光を出射するようになっている。プリズム22の半導体レーザ24側には斜面が形成され、この斜面は、半導体レーザ24からの前方レーザ光の一部を反射して、半導体基板21に対して垂直な方向に出射すると共に、光情報記録媒体1からの戻り光の一部を透過する半反射面22aになっている。また、プリズム22の上面は、図4に示したようにプリズム22内を通過する光を全反射する全反射面22bになっている。半導体素子23には、半導体レーザ24からの後方レーザ光を受光するフォトディテクタ27が形成されている。このフォトディテクタ27の出力信号は、半導体レーザ24の出力を自動調整するために用いられるようになっている。半導体基板21には、各種のアンブやその他の電子部品が内蔵されている。半導体素子23には、半導体レーザ24を駆動する

アンプ等の電子部品が内蔵されている。

【0030】図3および図4に示したレーザカブラ20では、半導体レーザ24からの前方レーザ光は、一部がプリズム22の半反射面22aで反射されて、図1におけるコリメータレンズ19に入射するようになっている。また、コリメータレンズ19によって集光された光情報記録媒体1からの戻り光は、一部がプリズム22の半反射面22aを透過して、プリズム22内に導かれ、フォトディテクタ25に向かうようになっている。フォトディテクタ25上には半反射膜が形成されており、プリズム22内に導かれた光の一部は、フォトディテクタ25上の半反射膜を透過してフォトディテクタ25に入射し、残りの一部はフォトディテクタ25上の半反射膜で反射され、更にプリズム22の全反射面22bで反射されてフォトディテクタ26に入射するようになっている。

【0031】ここで、図4に示したように、プリズム22内に導かれた光は、フォトディテクタ25、26間の光路の途中で一旦最も小径となるように収束するようになっている。そして、レーザカブラ20からの光が光情報記録媒体1におけるホログラム層3と保護層4の境界面上で最も小径となるように収束する合焦状態のときにはフォトディテクタ25、26に対する入射光の径が等しくなり、合焦状態から外れたときにはフォトディテクタ25、26に対する入射光の径が異なるようになっている。フォトディテクタ25、26に対する入射光の径の変化は、互いに逆方向になるため、フォトディテクタ25、26に対する入射光の径の変化に応じた信号を検出することによってフォーカスエラー信号を得ることができる。図3に示したように、フォトディテクタ25、26は、それぞれ3分割された受光部を有している。フォトディテクタ25における受光部をA1、C1、B1、フォトディテクタ26における受光部をA2、C2、B2とする。C1、C2は、それぞれ、A1、B1間、A2、B2間の中央部分の受光部である。また、各受光部間の分割線は、光情報記録媒体1におけるトラック方向に対応する方向と平行になるように配置されている。従って、受光部A1、B1間およびA2、B2間の出力の差から、プッシュプル法によってトラッキングエラー信号を得ることができる。

【0032】なお、レーザカブラ20内の半導体レーザ24の出力の制御や、2分割旋光板14および空間光変調器16の制御は、それぞれ、図1におけるコントローラ90の制御の下で、図示しない駆動回路によって行われるようになっている。

【0033】図5は、フォトディテクタ25、26の出力に基づいて、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号および再生信号を検出するための検出回路85の構成を示すブロック図である。この検出回路85は、フォトディテクタ25の受光部A1、B1の各出力を加

算する加算器31と、この加算器31の出力の利得を調整する利得調整アンプ32と、フォトディテクタ25の受光部C1の出力の利得を調整する利得調整アンプ33と、利得調整アンプ32の出力と利得調整アンプ33の出力との差を演算する減算器34と、フォトディテクタ26の受光部A2、B2の各出力を加算する加算器35と、この加算器35の出力の利得を調整する利得調整アンプ36と、フォトディテクタ26の受光部C2の出力の利得を調整する利得調整アンプ37と、利得調整アンプ36の出力と利得調整アンプ37の出力との差を演算する減算器38と、減算器34の出力と減算器38の出力との差を演算してフォーカスエラー信号F Eを生成する減算器39とを備えている。

【0034】検出回路85は、更に、フォトディテクタ25の受光部A1の出力と受光部B1の出力との差を演算する減算器40と、フォトディテクタ26の受光部A2の出力と受光部B2の出力との差を演算する減算器41と、減算器40の出力と減算器41の出力との差を演算してトラッキングエラー信号T Eを生成する減算器42とを備えている。検出回路85は、更に、加算器31の出力と受光部C1の出力とを加算する加算器43と、加算器35の出力と受光部C2の出力とを加算する加算器44と、加算器43の出力と加算器44の出力とを加算して再生信号R Fを生成する加算器45とを備えている。なお、本実施の形態では、再生信号R Fは、光情報記録媒体1におけるアドレス・サーボエリア6に記録された情報を再生した信号である。

【0035】次に、本実施の形態に係る光情報記録再生装置および光情報記録媒体の作用について、サーボ時、記録時、再生時に分けて、順に説明する。なお、サーボ時、記録時、再生時のいずれのときも、光情報記録媒体1は規定の回転数を保つように制御されてスピンドルモータ82によって回転される。

【0036】まず、サーボ時の作用について説明する。図6はサーボ時におけるピックアップ11の状態を示す説明図、図8はサーボ時における光の状態を示す説明図である。これらの図に示したように、サーボ時には、空間光変調器16の全画素がオフにされ、2分割旋光板14の各旋光板14L、14Rはオンにされる。レーザカブラ20の出射光の出力は、再生用の低出力に設定される。なお、コントローラ90は、再生信号R Fより再生された基本クロックに基づいて、対物レンズ12の出射光がアドレス・サーボエリア6を通過するタイミングを予測し、対物レンズ12の出射光がアドレス・サーボエリア6を通過する間、上記の設定とする。

【0037】レーザカブラ20から出射されたS偏光のレーザ光は、コリメータレンズ19によって平行光束とされ、ビームスプリッタ92に入射し、その光量の半分がビームスプリッタ92を透過して、偏光ビームスプリッタ17に入射し、この偏光ビームスプリッタ17で反

射され、何ら影響を受けずにP偏光ホログラム28を通過し、空間光変調器16に入射する。ここで、空間光変調器16の全画素がオフにされているので、空間光変調器16を通過した後の光は、偏光方向が $+90^\circ$ 回転されてP偏光となる。なお、図8において符号51で示した記号はS偏光を表し、符号52で示した記号はP偏光を表している。空間光変調器16を通過した後のP偏光の光は、何ら影響を受けずにS偏光ホログラム15を通過し、2分割旋光板14に入射する。ここで、2分割旋光板14の旋光板14L、14Rは共にオンにされているので、光は何ら影響を受けずに2分割旋光板14を通過する。2分割旋光板14を通過した光は、対物レンズ12によって集光されて、光情報記録媒体1におけるホログラム層3と保護層4の境界面上で最も小径となるように収束するように、情報記録媒体1に照射される。この光は、情報記録媒体1の反射膜5で反射され、その際、アドレス・サーボエリア6におけるエンボスピットによって変調されて、対物レンズ12側に戻ってくる。この戻り光は、対物レンズ12で平行光束とされ、何ら影響を受けずに2分割旋光板14およびS偏光ホログラム15を通過し、空間光変調器16に入射し、ここで、偏光方向が回転されて再びS偏光とされ、何ら影響を受けずにP偏光ホログラム28を通過し、偏光ビームスプリッタ17で反射されて、ビームスプリッタ92に入射し、その光量の半分がビームスプリッタ92を透過して、レーザカプラ20に入射し、フォトディテクタ25、26によって検出される。そして、このフォトディテクタ25、26の出力に基づいて、図5に示した検出回路85によって、フォーカスエラー信号FE、トラッキングエラー信号TEおよび再生信号RFが生成され、これらの信号に基づいて、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボが行われると共に、基本クロックの再生およびアドレスの判別が行われる。

【0038】なお、上記のサーボ時における設定では、ピックアップ11の構成は、CD（コンパクト・ディスク）やDVD（デジタル・ビデオ・ディスク）やHS（ハイパー・ストレージ・ディスク）等の通常の光ディスクに対する記録、再生用のピックアップの構成と同様になる。従って、本実施の形態における光情報記録再生装置10では、通常の光ディスク装置との互換性を持たせるように構成することも可能である。

【0039】ここで、後の説明で使用するA偏光およびB偏光を以下のように定義する。すなわち、図7に示したように、A偏光はS偏光を -45° またはP偏光を $+45^\circ$ 偏光方向を回転させた直線偏光とし、B偏光はS偏光を $+45^\circ$ またはP偏光を -45° 偏光方向を回転させた直線偏光とする。A偏光とB偏光は、互いに偏光方向が直交している。

【0040】次に、記録時の作用について説明する。図9は記録時におけるピックアップ11の状態を示す説明

図、図10および図11は記録時における光の状態を示す説明図である。これらの図に示したように、記録時には、空間光変調器16は、記録する情報に応じて各画素毎にオフとオンを選択する。本実施の形態では、2画素で1ビットの情報を表現する。この場合、必ず、1ビットの情報に対応する2画素のうち的一方をオン、他方をオフとする。また、2分割旋光板14の旋光板14L、14Rは共にオフにされる。レーザカプラ20の出射光の出力は、パルス的に記録用の高出力にされる。なお、コントローラ90は、再生信号RFより再生された基本クロックに基づいて、対物レンズ12の出射光がデータエリア7を通過するタイミングを予測し、対物レンズ12の出射光がデータエリア7を通過する間、上記の設定とする。対物レンズ12の出射光がデータエリア7を通過する間は、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボは行われず、対物レンズ12は固定されている。

【0041】レーザカプラ20から出射されたS偏光のレーザ光は、コリメータレンズ19によって平行光束とされ、ビームスプリッタ92に入射し、その光量の半分がビームスプリッタ92を透過して、偏光ビームスプリッタ17に入射し、この偏光ビームスプリッタ17で反射され、何ら影響を受けずにP偏光ホログラム28を通過し、空間光変調器16に入射する。ここで、空間光変調器16のうちオンにされている画素を通過した光は偏光方向が回転されずにS偏光のままとなり、オフにされている画素を通過した光は偏光方向が $+90^\circ$ 回転されてP偏光となる。空間光変調器16を通過した後の光はS偏光ホログラム15に入射する。ここで、S偏光ホログラム15はS偏光のみを収束させるので、空間光変調器16からの光のうちのP偏光成分は平行光束のままS偏光ホログラム15を通過し、対物レンズ12によって集光されて光情報記録媒体1に照射され、収束しながらホログラム層3を通過してホログラム層3と保護層4との境界面上で最も小径となるように収束する。一方、空間光変調器16からの光のうちのS偏光成分はS偏光ホログラム15によって若干収束された後、対物レンズ12によって集光されて光情報記録媒体1に照射され、ホログラム層3と保護層4との境界面よりも手前側で一旦最も小径となるように収束した後、発散しながらホログラム層3を通過する。本実施の形態では、ホログラム層3と保護層4との境界面上で最も小径となるように収束する光と、ホログラム層3と保護層4との境界面よりも手前側で最も小径となるように収束する光は、互いに相補的なパターンを有する光束であり、この2つの光束の干渉による干渉パターンによってホログラム層3に情報が記録されるようになっている。従って、2つの光束は、一方を情報光とすると他方が記録用参照光となる関係にあり、いずれも情報光と成り得るし、記録用参照光とも成り得る。

【0042】S偏光ホログラム15からの光束のうち、

光軸の左側部分は2分割旋光板14の旋光板14Lによって、偏光方向が $+45^\circ$ 回転され、光軸の右側部分は2分割旋光板14の旋光板14Rによって、偏光方向が -45° 回転される。ここで、便宜上、空間光変調器16のオフの画素を通過し旋光板14Lを通過した光束を参照光OFF-Lと記し、同様に、空間光変調器16のオンの画素を通過し旋光板14Lを通過した光束を情報光ON-L、空間光変調器16のオフの画素を通過し旋光板14Rを通過した光束を参照光OFF-R、空間光変調器16のオンの画素を通過し旋光板14Rを通過した光束を情報光ON-Rと記す。なお、この標記方法は、あくまで、説明を簡単にするためのものであり、空間光変調器16のオフの画素を通過し旋光板14L、14Rを通過した光束を情報光とし、空間光変調器16のオンの画素を通過し旋光板14L、14Rを通過した光束を参照光と呼んでも何ら差し支えない。

【0043】図10に示したように、参照光OFF-Lは旋光板14Lを通過してA偏光の光となり、情報光ON-Rは旋光板14Rを通過してA偏光の光となる。なお、図10において符号53で示した記号はA偏光を表している。また、図11に示したように、参照光OFF-Rは旋光板14Rを通過してB偏光の光となり、情報光ON-Lは旋光板14Lを通過してB偏光の光となる。なお、図11において符号54で示した記号はB偏光を表している。本実施の形態では、上記の4種類の光束を用いて、ホログラム層3に情報を記録する。この情報の記録方法について、図10および図11を参照して詳しく説明する。

【0044】図10は、参照光OFF-Lと情報光ON-Rとの干渉の様子を示したものである。この図に示したように、光軸の左側の領域において、参照光OFF-Lは収束しながらホログラム層3を通過し、情報光ON-Rは発散しながらホログラム層3を通過し、これらの光は共にA偏光であるため干渉する。そして、レーザカプラ20の出射光の出力が高出力になったときに、参照光OFF-Lと情報光ON-Rとの干渉パターンがホログラム層3内に体積的に記録される。なお、光軸の左側の領域では、参照光OFF-Rが反射膜5で反射した光も通過するが、この参照光OFF-RはB偏光であり、A偏光とは偏光方向が直交するため、A偏光の参照光OFF-Lおよび情報光ON-Rとは干渉しない。

【0045】図11は、参照光OFF-Rと情報光ON-Lとの干渉の様子を示したものである。この図に示したように、光軸の右側の領域において、参照光OFF-Rは収束しながらホログラム層3を通過し、情報光ON-Lは発散しながらホログラム層3を通過し、これらの光は共にB偏光であるため干渉する。そして、レーザカプラ20の出射光の出力が高出力になったときに、参照光OFF-Rと情報光ON-Lとの干渉パターンがホログラム層3内に体積的に記録される。なお、光軸の右側

の領域では、参照光OFF-Lが反射膜5で反射した光も通過するが、この参照光OFF-LはA偏光であり、B偏光とは偏光方向が直交するため、B偏光の参照光OFF-Rおよび情報光ON-Lとは干渉しない。

【0046】このように、本実施の形態では、光軸の左側の領域と右側の領域とで、干渉させる光の偏光方向を直交させているので、余分な干渉縞の発生を防止して、SN比の低下を防止することができる。

【0047】なお、本実施の形態では、記録用参照光も、空間光変調器16によって空間的に変調された光であるため、ホログラム層3の一断面を見ると、画素単位の情報光の中には、画素単位の記録用参照光が存在しないために干渉縞が生じない情報光もあるが、このような情報光でも、ホログラム層3内において必ず画素単位の記録用参照光が存在する部分を通過して干渉縞を発生させるので、問題は生じない。なお、空間光変調器16では、2画素で1ビットの情報を表現し、1ビットの情報に対応する2画素のうち的一方をオン、他方をオフとしている。従って、情報の内容にかかわらず記録用参照光の光量は略一定となる。図12は、ホログラム層3内において画素単位の記録用参照光55と画素単位の情報光56とが体積的に干渉する様子を概念的に表したものである。この図では、簡単のために、画素単位の記録用参照光55と画素単位の情報光56とが交互に配置された例を示している。この例では、画素単位の記録用参照光55は互いに異なる角度 $\theta_1, \theta_3, \dots, \theta_{n-3}, \theta_{n-1}$ を有する収束光であり、画素単位の情報光56は互いに異なる角度 $\theta_2, \theta_4, \dots, \theta_{n-2}, \theta_n$ を有する発散光である。この図から分かるように、各画素単位の情報光56は、ホログラム層3内において必ず、いずれかの画素単位の記録用参照光55と交差して干渉縞を発生させる。

【0048】また、本実施の形態では、情報光と記録用参照光は、共に、ホログラム層3の同一の面側より他方の面側に進行するので、ホログラム層3には、透過型（フレネル型）のホログラムが形成される。透過型のホログラムでは、ホログラム層3の一方の面側より再生用参照光を照射すると、ホログラム層3の他方の面側に再生光が射出される。

【0049】次に、再生時の作用について説明する。図13は再生時におけるピックアップ11の状態を示す説明図、図14ないし図17は再生時における光の状態を示す説明図である。これらの図に示したように、再生時には、空間光変調器16の全画素がオンにされ、2分割旋光板14の各旋光板14L、14Rはオフにされる。レーザカプラ20の出射光の出力は、再生用の低出力に設定される。なお、コントローラ90は、再生信号RFより再生された基本クロックに基づいて、対物レンズ12の出射光がデータエリア7を通過するタイミングを予測し、対物レンズ12の出射光がデータエリア7を通過

する間、上記の設定とする。対物レンズ12の出射光がデータエリア7を通過する間は、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボは行われず、対物レンズ12は固定されている。

【0050】レーザカプラ20から出射されたS偏光のレーザ光は、コリメータレンズ19によって平行光束とされ、ビームスプリッタ92に入射し、その光量の半分がビームスプリッタ92を透過して、偏光ビームスプリッタ17に入射し、この偏光ビームスプリッタ17で反射され、何ら影響を受けずにP偏光ホログラム28を通過し、空間光変調器16に入射する。ここで、空間光変調器16の全画素がオンにされているので、空間光変調器16を通過した後の光は、偏光方向が回転されずS偏光のままである。空間光変調器16を通過した後のS偏光の光は、S偏光ホログラム15によって若干収束された後、対物レンズ12によって集光されて光情報記録媒体1に照射され、厚み方向について記録用参照光と同じ位置であるホログラム層3と保護層4との境界面よりも手前側の位置で一旦最も小径となるように収束した後、発散しながらホログラム層3を通過する。この光が再生用参照光61となる。

【0051】S偏光ホログラム15からの光束のうち、光軸の右側部分は2分割旋光板14の旋光板14Rによって、偏光方向が -45° 回転されて、A偏光の光束となる。この光束を参照光61Rと記す。また、S偏光ホログラム15からの光束のうち、光軸の左側部分は2分割旋光板14の旋光板14Lによって、偏光方向が $+45^\circ$ 回転されて、B偏光の光束となる。この光束を参照光61Lと記す。本実施の形態では、参照光61R、61Lによって、ホログラム層3より1次的な再生光が発生され、この1次的な再生光は反射膜5で反射されることによってホログラム層3に照射され、この1次的な再生光を2次的な参照光として、ホログラム層3より2次的な再生光が発生する。1次的な再生光は本発明における第1の再生光に対応し、2次的な再生光は本発明における第2の再生光に対応する。本実施の形態では、これら1次的な再生光と第2の再生光の双方を用いて情報を再生するようになっている。

【0052】図14は、参照光61Rによって1次的な再生光が発生される様子を示したものである。この図に示したように、参照光61Rは、図10に示した記録時における情報光ON-Rと厚み方向について同じ位置で最も小径となるように収束する光である。従って、この参照光61Rにより、ホログラム層3より、図10に示した記録時における参照光OFF-Lに対応する1次的な再生光62Rが発生される。なお、記録時における情報光ON-Rは空間光変調器16によって空間的に変調された光であったのに対して、再生時における参照光61Rは均一な光であるが、光演算により、再生時における参照光61Rのうち、記録時における情報光ON-R

に対応する部分のみによって1次的な再生光62Rが発生される。

【0053】図15は、1次的な再生光62Rを2次的な参照光として2次的な再生光が発生される様子を示したものである。この図に示したように、1次的な再生光62Rは、ホログラム層3と保護層4の境界面上で最も小径となるように収束するように反射膜5の方向へ進行し、反射膜5で反射され、2次的な参照光63Rとして、ホログラム層3に照射される。この2次的な参照光63Rは、図11に示した記録時における参照光OFF-Rと同じ位置で最も小径となるように収束し、且つ反対方向に進む光である。従って、この2次的な参照光63Rにより、ホログラム層3より、図11に示した記録時における情報光ON-Lに対応する2次的な再生光64Rが発生される。なお、この場合も、光演算により、2次的な参照光63Rのうち、記録時における参照光OFF-Rに対応する部分のみによって2次的な再生光64Rが発生される。

【0054】2次的な再生光64Rは、対物レンズ12によって若干収束された後、2分割旋光板14の旋光板14Lを通過してP偏光の光束となり、何ら影響を受けずにS偏光ホログラム15および空間光変調器16を通過し、P偏光ホログラム28に入射し、平行光束とされて偏光ビームスプリッタ17に入射し、この偏光ビームスプリッタ17を透過してCCDアレイ18に入射する。

【0055】一方、1次的な再生光62Rは、反射膜5で反射され、対物レンズ12によって平行光束とされた後、2分割旋光板14の旋光板14R、14Lを通過してS偏光の光束となる。この1次的な再生光62Rは、S偏光ホログラム15によって若干収束された後、何ら影響を受けずに空間光変調器16およびP偏光ホログラム28を通過し、偏光ビームスプリッタ17に入射し、偏光ビームスプリッタ17で反射されてビームスプリッタ92に入射し、その光量の半分がビームスプリッタ92で反射されてCCDアレイ93に入射する。

【0056】図16は、参照光61Lによって1次的な再生光が発生される様子を示したものである。この図に示したように、参照光61Lは、図11に示した記録時における情報光ON-Lと厚み方向について同じ位置で最も小径となるように収束する光である。従って、この参照光61Lにより、ホログラム層3より、図11に示した記録時における参照光OFF-Rに対応する1次的な再生光62Lが発生される。なお、記録時における情報光ON-Lは空間光変調器16によって空間的に変調された光であったのに対して、再生時における参照光61Lは均一な光であるが、光演算により、再生時における参照光61Lのうち、記録時における情報光ON-Lに対応する部分のみによって1次的な再生光62Lが発生される。

【0057】図17は、1次的な再生光62Lを2次的な参照光として2次的な再生光が発生される様子を示したものである。この図に示したように、1次的な再生光62Lは、ホログラム層3と保護層4の境界面上で最も小径となるように収束するように反射膜5の方向へ進行し、反射膜5で反射され、2次的な参照光63Lとして、ホログラム層3に照射される。この2次的な参照光63Rは、図10に示した記録時における参照光OFF-Lと同じ位置で最も小径となるように収束し、且つ反対方向に進む光である。従って、この2次的な参照光63Lにより、ホログラム層3より、図10に示した記録時における情報光ON-Rに対応する2次的な再生光64Lが発生される。なお、この場合も、光演算により、2次的な参照光63Lのうち、記録時における参照光OFF-Lに対応する部分のみによって2次的な再生光64Lが発生される。

【0058】2次的な再生光64Lは、対物レンズ12によって若干収束された後、2分割旋光板14の旋光板14Rを通過してP偏光の光束となり、何ら影響を受けずにS偏光ホログラム15および空間光変調器16を通過し、P偏光ホログラム28に入射し、平行光束とされて偏光ビームスプリッタ17に入射し、この偏光ビームスプリッタ17を透過してCCDアレイ18に入射する。

【0059】一方、1次的な再生光62Lは、反射膜5で反射され、対物レンズ12によって平行光束とされた後、2分割旋光板14の旋光板14Lを通過してS偏光の光束となる。この1次的な再生光62Lは、S偏光ホログラム15によって若干収束された後、何ら影響を受けずに空間光変調器16およびP偏光ホログラム28を通過し、偏光ビームスプリッタ17に入射し、偏光ビームスプリッタ17で反射されてビームスプリッタ92に入射し、その光量の半分がビームスプリッタ92で反射されてCCDアレイ93に入射する。

【0060】このようにして、CCDアレイ18には、2次的な再生光64R、64Lが入射し、CCDアレイ18上では、記録時に空間光変調器16においてオンであった画素に対応する部分のみが明るく照射され、その2次元パターンがCCDアレイ18によって検出される。一方、CCDアレイ93には、1次的な再生光62R、62Lが入射し、CCDアレイ93上では、記録時に空間光変調器16においてオフであった画素に対応する部分のみが明るく照射され、その2次元パターンがCCDアレイ93によって検出される。なお、図13では、参照光61L、61Rを合わせて再生用参照光61と表し、2次的な再生光64R、64Lを合わせて2次的な再生光64と表し、1次的な再生光62R、62Lを合わせて1次的な再生光62と表している。

【0061】ここで、CCDアレイ93に入射する1次的な再生光62と、CCDアレイ18に入射する2次的

な再生光64との関係について説明する。1次的な再生光62は、図10および図11に示した記録時における情報光ON-R、ON-Lに対応する参照光61によって再生される光束であるので、記録時における参照光OFF-R、OFF-Lと同じパターンを有する光束である。一方、2次的な再生光64は、記録時における参照光OFF-R、OFF-Lに対応する1次的な再生光62によって再生される光束であるので、記録時における情報光ON-R、ON-Lと同じパターンを有する光束である。ここで、参照光OFF-R、OFF-Lのパターンと情報光ON-R、ON-Lのパターンは、相補的な関係になっている。従って、1次的な再生光62と2次的な再生光64は、明暗の関係が互いに逆の相補的なパターンを有する光束である。このことは、1次的な再生光62と2次的な再生光64は、いずれも、ホログラム層3に記録された情報を担持していることを意味する。

【0062】本実施の形態では、1次的な再生光62のパターンと2次的な再生光64のパターンとの差を求めることにより、いわゆる差動検出によって、ホログラム層3に記録された情報を再生する。なお、CCDアレイ93に入射する1次的な再生光62と、CCDアレイ18に入射する2次的な再生光64とでは、光量およびパターンの大きさが異なるため、実際には、レンズ等を用いて光学的に1次的な再生光62のパターンと2次的な再生光64のパターンの大きさを合わせたり、CCDアレイ93、18の出力信号に対する信号処理によってCCDアレイ93、19によって検出されるパターンの大きさを合わせたりすると共に、CCDアレイ93、18の出力信号のレベルを合わせて、CCDアレイ93の出力信号に対応する補正された信号とCCDアレイ18の出力信号に対応する補正された信号とを生成し、この両信号の差を演算して、ホログラム層3に記録された情報を再生する。なお、CCDアレイ93、18の出力信号に対する信号処理は、図2における信号処理回路89によって行われる。

【0063】なお、再生時において、再生用参照光61は、光情報記録媒体1の反射膜5で反射されてピックアップ11側に戻るが、この戻り光のうちの大部分の戻り光64は、図14および図16に示したように、デフォーカス状態となるため、再生光の検出には影響を及ぼさない。また、再生用参照光61の戻り光のうちの中央部分の若干の戻り光65は、図18に示したように、対物レンズ12によって空間光変調器16の中心部に集光される。この戻り光65は、2分割旋光板14によってP偏光とされる。そこで、空間光変調器16において、中心部の数画素のみをオフにし、戻り光65をS偏光に変え、偏光ビームスプリッタ17で反射されるようにすれば、更に、CCDアレイ18によって検出される情報のSN比を高めることができる。また、空間光変調器16

における中心部の数画素のみをオフにしておくことで、2分割旋光板14の中央部分を通過して空間光変調器16に戻ってくるような不確定光も、偏光ビームスプリッタ17で反射されるようにして、CCDアレイ18に入射する再生光から分離することができる。

【0064】ところで、CCDアレイ18、93によって、再生光の2次元パターンを検出する場合、再生光とCCDアレイ18、93とを正確に位置決めするか、CCDアレイ18、93の検出データから再生光のパターンにおける基準位置を認識する必要がある。本実施の形態では、後者を採用する。ここで、図19および図20を参照して、CCDアレイ18、93の検出データから再生光のパターンにおける基準位置を認識する方法について説明する。図19(a)に示したように、ピックアップ11におけるアパーチャは、2分割旋光板14によって、光軸を中心として対称な2つの領域71L、71Rに分けられる。更に、図19(b)に示したように、アパーチャは、空間光変調器16によって、複数の画素72に分けられる。この画素72が、2次元パターンデータの最小単位となる。本実施の形態では、2画素で1ビットのデジタルデータ“0”または“1”を表現し、1ビットの情報に対応する2画素のうちの一方をオン、他方をオフとしている。2画素が共にオンまたは共にオフの場合はエラーデータとなる。このように、2画素で1ビットのデジタルデータを表現することは、差動検出によりデータの検出精度を上げることができる等のメリットがある。図20(a)は、1ビットのデジタルデータに対応する2画素の組73を表したものである。この組73が存在する領域を、以下、データ領域と言う。本実施の形態では、2画素が共にオンまたは共にオフの場合はエラーデータとなることを利用して、再生光のパターンにおける基準位置を示す基準位置情報を、情報光に含ませるようにしている。すなわち、図20(b)に示したように、2分割旋光板14の分割線に平行な2画素の幅の部分と分割線に垂直な2画素の幅の部分とからなる十文字の領域74に、故意に、エラーデータを所定のパターンで配置している。このエラーデータのパターンを、以下、トラッキング用画素パターンと言う。このトラッキング用画素パターンが基準位置情報となる。なお、図20(b)において、符号75はオンの画素、符号76はオフの画素を表している。また、中心部分の4画素の領域77は、前述のように、再生用参照光の戻り光65を分離するために常にオフにしておく。

【0065】トラッキング用画素パターンと、記録するデータに対応するパターンとを合わせると、図21

(a)に示したような2次元パターンとなる。本実施の形態では、更に、データ領域以外の領域のうち、図における上半分をオフにし、下半分をオンにすると共に、データ領域においてデータ領域以外の領域に接する画素については、データ領域以外の領域と反対の状態、すなわ

ちデータ領域以外の領域がオフであればオン、データ領域以外の領域がオンであればオフとする。これにより、CCDアレイ18、93の検出データから、データ領域の境界部分をより明確に検出することが可能となる。

【0066】記録時には、図21(a)に示したような2次元パターンに従って空間変調された情報光と記録用参照光との干渉パターンがホログラム層3に記録される。再生時に得られる再生光のパターンは、図21

(b)に示したように、記録時に比べるとコントラストが低下し、SN比が悪くなっている。再生時には、CCDアレイ18、93によって、図21(b)に示したような再生光のパターンを検出し、データを判別するが、その際、トラッキング用画素パターンを認識し、その位置を基準位置としてデータを判別する。

【0067】図22(a)は、再生光のパターンから判別したデータの内容を概念的に表したものである。図中のA-1-1等の符号を付した領域がそれぞれ1ビットのデータを表している。本実施の形態では、データ領域を、トラッキング用画素パターンが記録された十文字の領域74で分割することによって、4つ領域78A、78B、78C、78Dに分けている。そして、図22

(b)に示したように、対角の領域78A、78Cを合わせて矩形の領域を形成し、同様に対角の領域78B、78Dを合わせて矩形の領域を形成し、2つの矩形の領域を上下に配置することでECCテーブルを形成するようにしている。ECCテーブルとは、記録すべきデータにCRC(巡回冗長チェック)コード等のエラー訂正コード(ECC)を付加して形成したデータのテーブルである。なお、図22(b)は、n行m列のECCテーブルの一例を示したものであり、その他の配列も自由に設計することができる。また、図22(a)に示したデータ配列は、図22(b)に示したECCテーブルのうちの一部を利用したものであり、図22(b)に示したECCテーブルのうち、図22(a)に示したデータ配列に利用されない部分は、データの内容に関わらず一定の値とする。記録時には、図22(b)に示したようなECCテーブルを図22(a)に示したように4つの領域78A、78B、78C、78Dに分解して光情報記録媒体1に記録し、再生時には、図22(a)に示したような配列のデータを検出し、これを並べ替えて図22

(b)に示したようなECCテーブルを再生し、このECCテーブルに基づいてエラー訂正を行ってデータの再生を行う。

【0068】上述のような再生光のパターンにおける基準位置(トラッキング用画素パターン)の認識や、エラー訂正は、図2における信号処理回路89によって行われる。

【0069】以上説明したように、本実施の形態に係る光情報記録再生装置10および光情報記録媒体1によれば、記録時における光情報記録媒体1に対する記録用参

照光および情報光の照射と、再生時における光情報記録媒体1に対する記録用参照光の照射および再生光の検出を、全て光情報記録媒体1に対して同一面側から同一軸上で行うようにしたので、従来のホログラフィック記録方式に比べて記録または再生のための光学系を小さく構成することができ、また、従来のホログラフィック記録方式の場合のような迷光の問題が生じない。また、本実施の形態によれば、記録および再生のための光学系を、通常の光ディスク装置と同様のピックアップ11の形で構成することができる。

【0070】また、本実施の形態に係る光情報記録再生装置10によれば、ホログラム層3に再生用参照光61を照射することによってホログラム層3より得られる相補的なパターンを有する2つの光束を検出し、差動検出によって、両パターンに対応する信号の差を求めてホログラム層3に記録された情報を再生するようにしたので、両パターンに対応する信号の差を求めた結果得られる信号におけるコントラストを大きくすることができると共に、2つの光束における各パターンに重畳される直流ノイズ成分をキャンセルすることができ、その結果、SN比を向上させ、情報再生の精度を向上させることができる。

【0071】また、本実施の形態に係る光情報記録再生装置10および光情報記録媒体1によれば、光情報記録媒体1にフォーカスサーボおよびトラッキングサーボを行うための情報を記録し、この情報を用いてフォーカスサーボおよびトラッキングサーボを行うことができるようにしたので、記録または再生のための光の位置決めを精度良く行うことができ、その結果、リムーバビリティが良く、ランダムアクセスが容易になると共に、記録容量および転送レートを大きくすることができる。

【0072】また、本実施の形態に係る光情報記録再生装置10によれば、記録時に、記録用参照光および情報光の光軸の左側の領域と右側の領域とで、干渉させる光の偏光方向を直交させているので、余分な干渉縞の発生を防止でき、SN比の低下を防止することができる。

【0073】また、本実施の形態に係る光情報記録再生装置10によれば、2つの再生光のパターンにおける基準位置を示す基準位置情報を、記録時における2つの光束に含ませるようにしたので、各再生光のパターンの認識が容易になると共に、両再生光のパターンに対応する信号の差を正確に求めることが可能となる。

【0074】また、本実施の形態に係る光情報記録再生装置10によれば、液晶を利用して2分割旋光板14および空間光変調器16を構成したので、2分割旋光板14および空間光変調器16を実質的に機能させないようにすることも可能であり、そのため、従来の光ディスク装置との互換性を持たせるように構成することも可能である。

【0075】なお、本発明は上記実施の形態に限定され

ず、例えば、上記実施の形態では、光情報記録媒体1におけるアドレス・サーボエリア6に、アドレス情報等を予めエンボスピットによって記録しておくようにしたが、予めエンボスピットを設けずに、アドレス・サーボエリア6において、ホログラム層3の保護層4に近い部分に選択的に高出力のレーザ光を照射して、その部分の屈折率を選択的に変化させることによってアドレス情報等を記録してフォーマットを行うようにしても良い。

【0076】また、情報記録層3に記録された情報を検出する素子としては、CCDアレイではなく、MOS型固体撮像素子と信号処理回路とが1チップ上に集積されたスマート光センサ（例えば、文献「Optics」E, 1996年9月, No. 202, 第93~99ページ」参照。）を用いても良い。このスマート光センサは、転送レートが大きく、高速な演算機能を有するので、このスマート光センサを用いることにより、高速な再生が可能となり、例えば、Gビット/秒オーダの転送レートで再生を行うことが可能となる。

【0077】また、特に、情報記録層3に記録された情報を検出する素子としてスマート光センサを用いた場合には、光情報記録媒体1におけるアドレス・サーボエリア6に、アドレス情報等をエンボスピットによって記録しておく代わりに、予め、データエリア7におけるホログラフィを利用した記録と同様の方法で所定のパターンのアドレス情報等を記録しておき、サーボ時にもピックアップを再生時と同じ状態にして、そのアドレス情報等をスマート光センサで検出するようにしても良い。この場合、基本クロックおよびアドレスは、スマート光センサの検出データから直接得ることができる。トラッキングエラー信号は、スマート光センサ上の再生パターンの位置の情報から得ることができる。また、フォーカスサーボは、スマート光センサ上の再生パターンのコントラストが最大になるように対物レンズ12を駆動することで行うことができる。また、再生時においても、フォーカスサーボを、スマート光センサ上の再生パターンのコントラストが最大になるように対物レンズ12を駆動することで行うことが可能である。

【0078】また、記録する情報に応じて光束を変調する場合、実施の形態では偏光の違いによって変調するようにしたが、その他、光の強度や光の位相差等で変調するようにしても良い。

【0079】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし3のいずれかに記載の光情報記録装置によれば、空間変調手段によって、光源から出射された光束の少なくとも一部を空間的に変調して、互いに相補的なパターンを有する2つの光束を生成し、この2つの光束を記録光学系によって情報記録層に対して照射して、2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報記録層に情報を記録する

ようにしたので、情報再生時には、互いに相補的なパターンを有する2つの再生光を得て、この2つの再生光を用いた差動検出により精度の良い情報再生が可能となり、ホログラフィを利用しながら、情報再生の精度を向上させることが可能となるという効果を奏する。

【0080】また、請求項2記載の光情報記録装置によれば、2つの光束が情報記録層の厚み方向について互いに異なる位置で収束するように、2つの光束を情報記録層に対して同一面側より照射するようにしたので、更に、記録のための光学系を小さく構成することができるという効果を奏する。

【0081】また、請求項3記載の光情報記録装置によれば、空間変調手段が、記録する情報に従って偏光方向の違いによって空間的に変調された光を発生することによって、互いに偏光方向の異なる2つの光束を生成し、記録光学系が、偏光方向によって収束位置を異ならせることによって、2つの光束を分離する分離手段と、この分離手段によって分離された2つの光束のうちの一方が収束しながら情報記録層を通過し、他方が一旦収束した後発散しながら情報記録層を通過するように、2つの光束を集光して情報記録層に照射する集光手段と、この集光手段によって照射される2つの光束が情報記録層において重なり合う領域において2つの光束の偏光方向が一致するように、光束の断面を2分割した各部分毎に、互いに異なる方向に2つの光束の偏光方向を変える旋光手段とを有するように構成したので、更に、情報記録層における余分な干渉縞の発生を防止でき、SN比の低下を防止することができるという効果を奏する。

【0082】請求項4ないし7のいずれかに記載の光情報再生装置によれば、照射手段によって、情報記録層より記録時における互いに相補的なパターンを有する2つの光束に対応する2つの再生光が発生されるように、情報記録層に再生用照射光を照射し、この再生用照射光が照射されることによって情報記録層より発生される2つの再生光のパターンに対応する各信号を検出手段によって検出し、検出される各信号の差に基づいて、情報再生手段によって、情報記録層に記録された情報を再生するようにしたので、精度の良い情報再生が可能となり、ホログラフィを利用しながら、情報再生の精度を向上させることが可能となるという効果を奏する。

【0083】また、請求項6記載の光情報再生装置によれば、第1の再生光および第2の再生光の偏光方向を互いに異なる方向とし、第1の再生光および第2の再生光を、偏光方向の違いによって分離するようにしたので、更に、第1の再生光と第2の再生光とを精度良く分離することができるという効果を奏する。

【0084】また、請求項7記載の光情報再生装置によれば、第1の再生光および第2の再生光が、それぞれのパターンにおける基準位置を示す基準位置情報を含み、情報再生手段が、基準位置情報に基づいて第1の再生光

および第2の再生光の各パターンにおける基準位置を判別する基準位置判別手段を有するように構成したので、更に、各再生光のパターンの認識が容易になると共に、両再生光のパターンに対応する信号の差を正確に求めることが可能となるという効果を奏する。

【0085】請求項8記載の光情報記録方法によれば、光源から出射された光束の少なくとも一部を空間的に変調して、互いに相補的なパターンを有する2つの光束を生成し、この2つの光束を情報記録層に対して照射して、2つの光束の干渉による干渉パターンによって情報記録層に情報を記録するようにしたので、情報再生時には、互いに相補的なパターンを有する2つの再生光を得て、この2つの再生光を用いた差動検出により精度の良い情報再生が可能となり、ホログラフィを利用しながら、情報再生の精度を向上させることが可能となるという効果を奏する。

【0086】請求項9記載の光情報再生方法によれば、情報記録層より記録時における互いに相補的なパターンを有する2つの光束に対応する2つの再生光が発生されるように、情報記録層に再生用照射光を照射し、この再生用照射光が照射されることによって情報記録層より発生される2つの再生光のパターンに対応する各信号を検出して、検出される各信号の差に基づいて、情報記録層に記録された情報を再生するようにしたので、精度の良い情報再生が可能となり、ホログラフィを利用しながら、情報再生の精度を向上させることが可能となるという効果を奏する。

【0087】請求項10ないし12のいずれかに記載の光情報記録媒体によれば、互いに相補的なパターンを有する2つの光束の干渉による干渉パターンによって、情報記録層に情報が記録されるので、情報再生時には、互いに相補的なパターンを有する2つの再生光を得て、この2つの再生光を用いた差動検出により精度の良い情報再生が可能となり、ホログラフィを利用しながら、情報再生の精度を向上させることが可能となるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る光情報記録再生装置におけるピックアップおよび光情報記録媒体の構成を示す説明図である。

【図2】本発明の一実施の形態に係る光情報記録再生装置の全体構成を示すブロック図である。

【図3】図1におけるレーザカブラの構成を示す斜視図である。

【図4】図1におけるレーザカブラの側面図である。

【図5】図2における検出回路の構成を示すブロック図である。

【図6】図1に示したピックアップのサーボ時における状態を示す説明図である。

【図7】本発明の一実施の形態において使用する偏光を

説明するための説明図である。

【図8】図6に示した状態のピックアップにおける光の状態を示す説明図である。

【図9】図1に示したピックアップの記録時における状態を示す説明図である。

【図10】図9に示した状態のピックアップにおける光の状態を示す説明図である。

【図11】図9に示した状態のピックアップにおける光の状態を示す説明図である。

【図12】図10および図11に示したホログラム層内における干渉の様子を概念的に表す説明図である。

【図13】図1に示したピックアップの再生時における状態を示す説明図である。

【図14】図13に示した状態のピックアップにおける光の状態を示す説明図である。

【図15】図13に示した状態のピックアップにおける光の状態を示す説明図である。

【図16】図13に示した状態のピックアップにおける光の状態を示す説明図である。

【図17】図13に示した状態のピックアップにおける光の状態を示す説明図である。

【図18】図13に示した状態のピックアップにおける再生用参照光の除去について説明するための説明図であ

る。

【図19】図1におけるCCDアレイの検出データから再生光のパターンにおける基準位置を認識する方法について説明するための説明図である。

【図20】図1におけるCCDアレイの検出データから再生光のパターンにおける基準位置を認識する方法について説明するための説明図である。

【図21】図1に示したピックアップにおける情報光のパターンと再生光のパターンを示す説明図である。

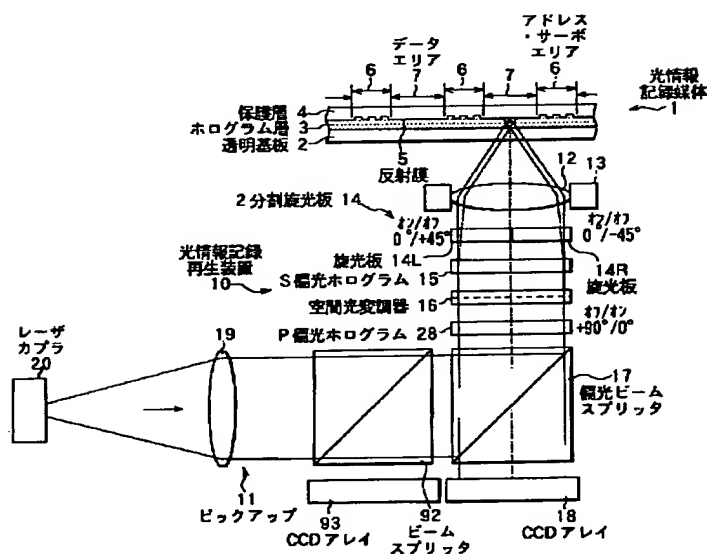
【図22】図1に示したピックアップによって検出する再生光のパターンから判別するデータの内容とこのデータに対応するECCテーブルとを示す説明図である。

【図23】従来のデジタルボリュームホログラフィにおける記録再生系の概略の構成を示す斜視図である。

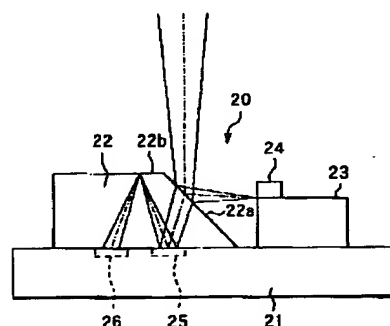
【符号の説明】

1…光情報記録媒体、2…透明基板、3…ホログラム層、4…保護層、5…反射膜、6…アドレス・サーボエリア、7…データエリア、10…光情報記録再生装置、11…ピックアップ、12…対物レンズ、14…2分割旋光板、15…S偏光ホログラム、16…空間光変調器、17…偏光ビームスプリッタ、20…レーザカプラ、28…P偏光ホログラム、92…ビームスプリッタ、93…CCDアレイ

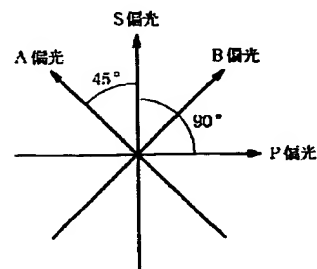
【図1】



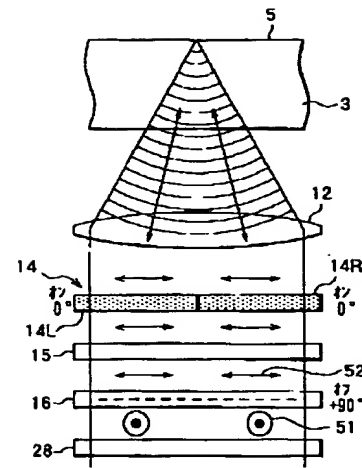
【図4】



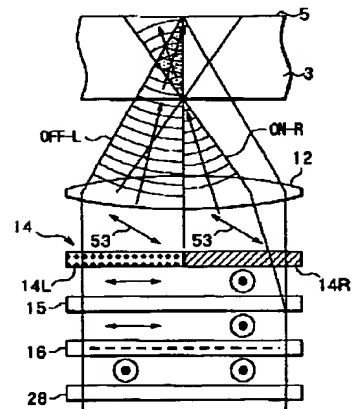
【図7】



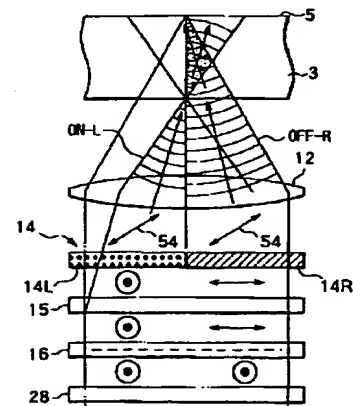
【图8】



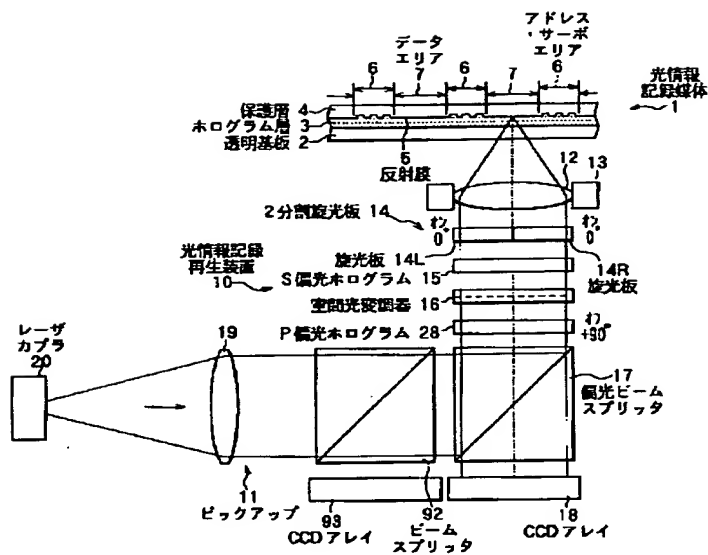
【☒ 1 0】



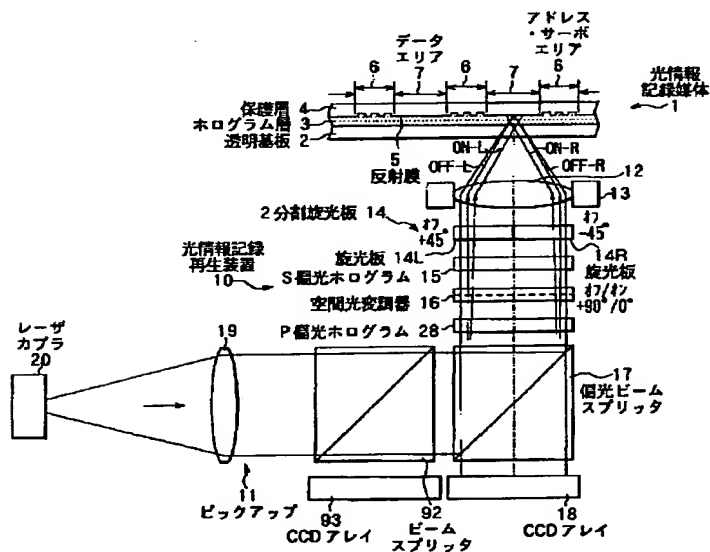
【☒ 1 1】



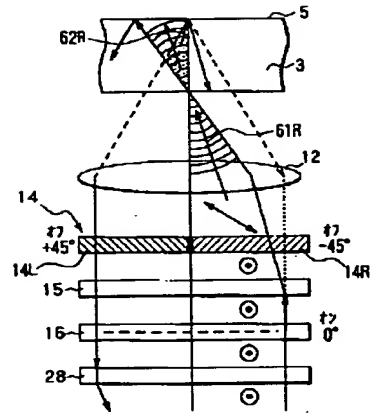
【図6】



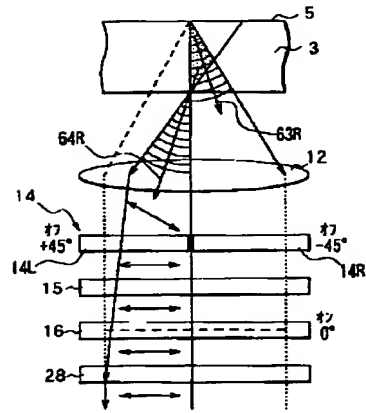
【図9】



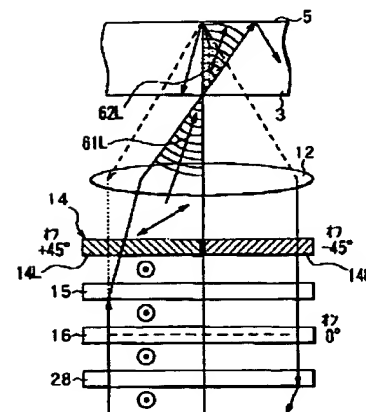
【図14】



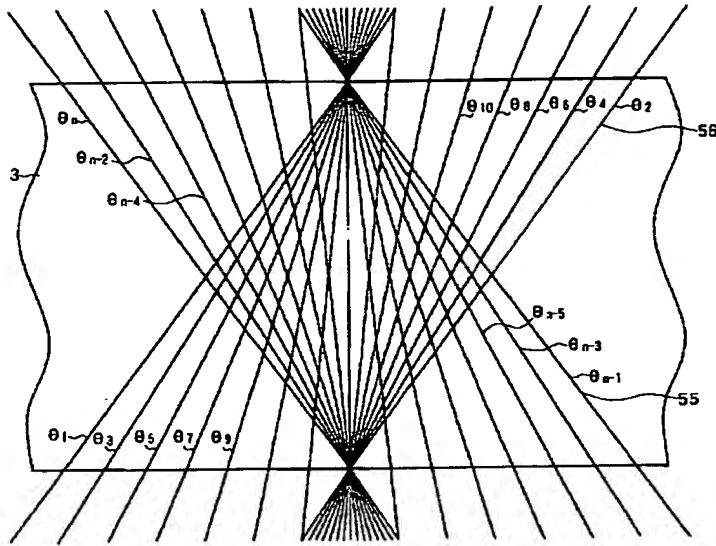
【図15】



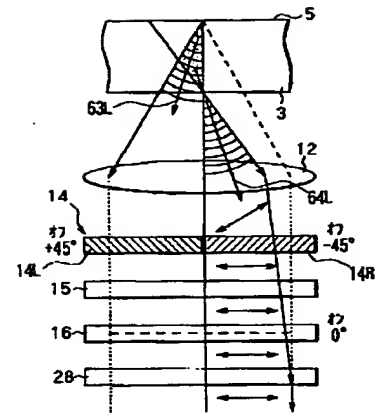
【図16】



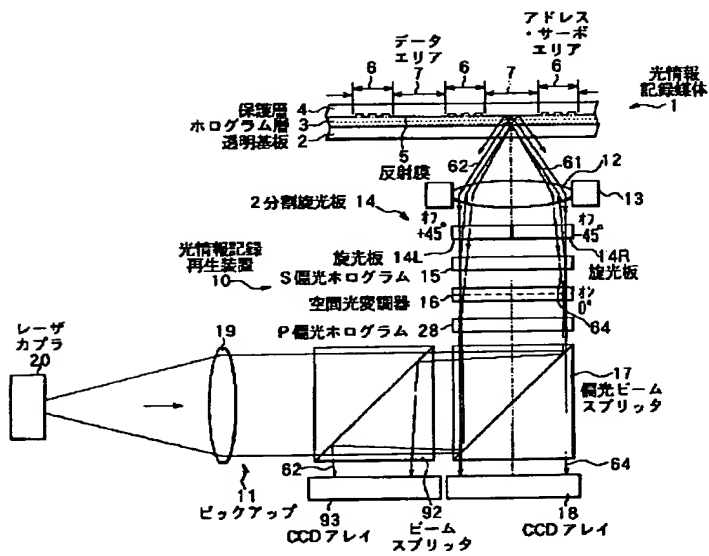
【図12】



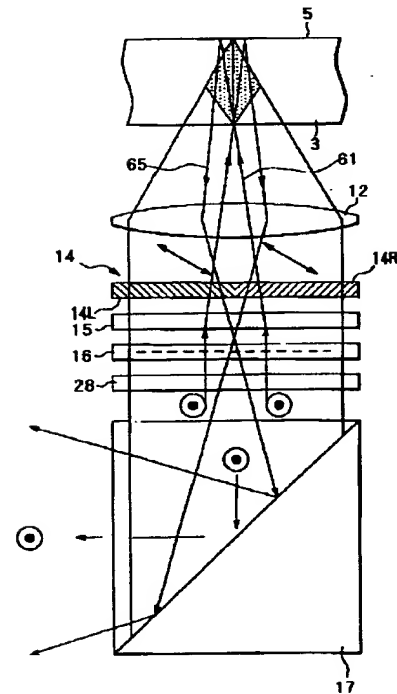
【図17】



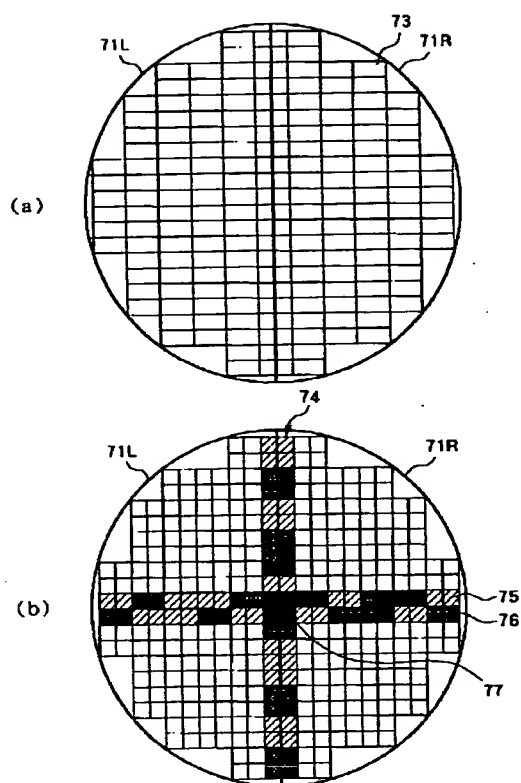
【図13】



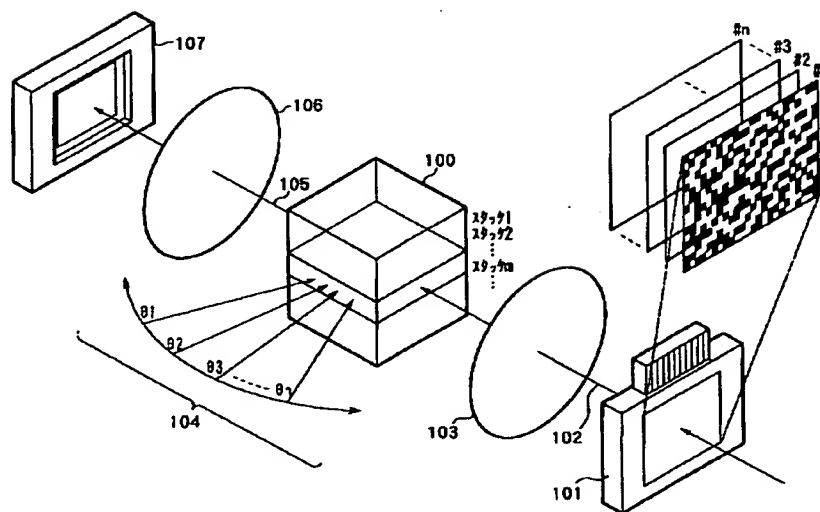
【図18】



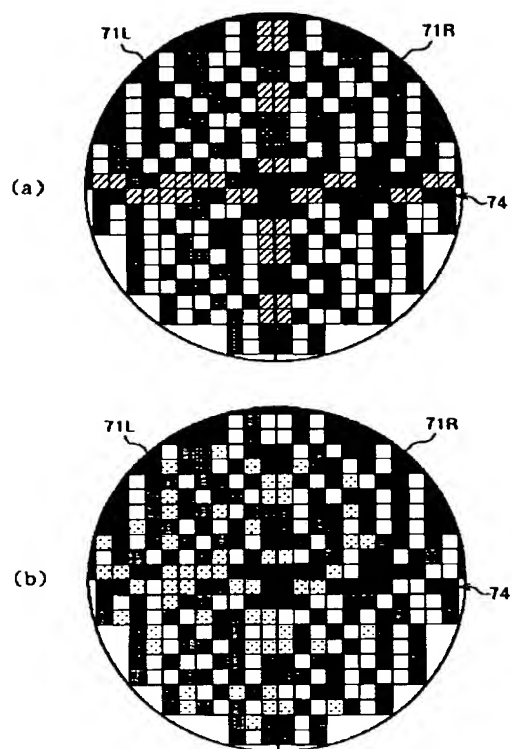
【図 20】



【图 2 3】

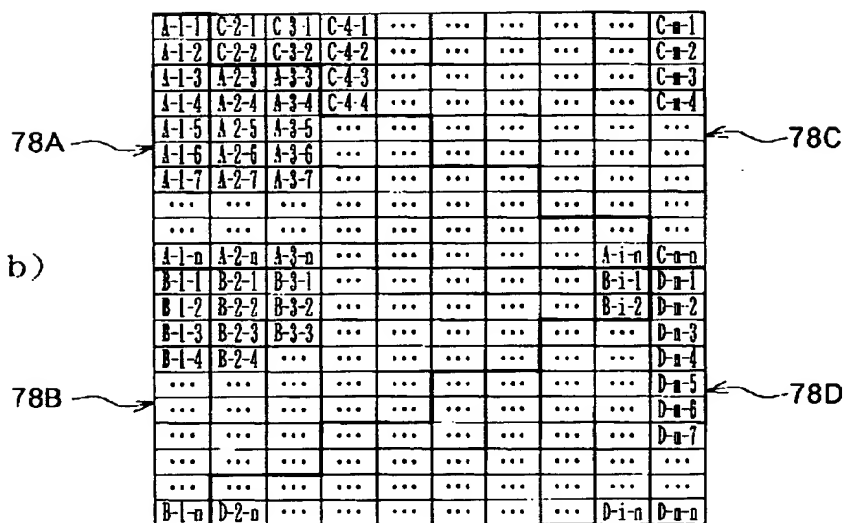


【図21】



(a)

(b)



(51) Int. Cl.⁶

識別記号

FI

5 0 1 Z